

⑤1

Int. Cl. 2:

F 28 D 13/00

①9

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

AL

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 26 28 177 A 1

①1

Offenlegungsschrift 26 28 177

②1

Aktenzeichen:

P 26 28 177.6

②2

Anmeldetag:

23. 6. 76

④3

Offenlegungstag:

20. 1. 77

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

25. 6. 75 USA 590331

⑤4

Bezeichnung:

Wärmetauscher für Wirbelschichtreaktor

⑦1

Anmelder:

Dorr-Oliver Inc., Stamford, Conn. (V.St.A.)

⑦4

Vertreter:

Willrath, H.H., Dr.; Weber, D., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Seiffert, K., Dipl.-Phys.; Pat.-Anwälte, 6200 Wiesbaden

⑦2

Erfinder:

Steever, Andrew Beaumont, Old Greenwich;
Jukkola, Walfred Wilhelm, Westport; Conn. (V.St.A.)

DT 26 28 177 A 1

Dr. Hans-Heinrich Willrath
Dr. Dieter Weber
Dipl.-Phys. Klaus Seiffert

PATENTANWÄLTE

File 1943

D-62 WIESBADEN 1 2628177

V/D Postfach 6145
Gustav-Freytag-Straße 25
(06121) 37 27 20
Telegrammadresse: WILLPATENT
Telex: 4-186247

21. Juni 1976

Dorr-Oliver Incorporated, 77 Havemeyer Lane,
Stamford, Connecticut 06904 / U S A

Wärmetauscher für Wirbelschichtreaktor

Priorität: 25. Juni 1975 in USA,
Serial-No. 590 331

Die Erfindung betrifft eine neue Anordnung für einen Wärmetauscheraufbau, der zur Steuerung der Betriebstemperatur der Wirbelschicht von Feststoffteilchen in einem Wirbelschichtreaktor vorgesehen ist.

Wirbelschichtreaktoren sind äußerst anpassungsfähige Apparate, die in verschiedenen Formen Prozesse ausführen können, z. B. das Trocknen, Klassieren oder Sortieren, Rösten oder Brennen, Calcinieren, die Wärmebehandlung von Feststoffen mit Gasen

609883/0339

auf chemischem, metallurgischen oder dem Gebiet von anderen Materialprozessen, und auch der Erzeugung heißer Gase einschließlich Dampf zur Verwendung beim Antrieb elektrischer Stromerzeugungsgeräte. Wenn der Wirbelschichtreaktor verwendet wird, um exotherme Reaktionen auszuführen, ist es oft notwendig, äußerst hohe Temperaturen in dem Reaktor zu verhindern, um Kühleinrichtungen entweder in dem Freibordvolumen oder in der Schicht fluidisierter Feststoffe vorzusehen. Die Kühleinrichtung kann die Form von Kühlschlangen oder Kühlwendel annehmen, durch welche ein Prozeßfließmittel, welches ein Gas oder eine Flüssigkeit sein kann, umgewälzt wird, um die überschüssige Wärme abzuführen. Die von dem Fließmittel abgenommene Wärme kann oft zum Heizen in anderen Stufen eines Prozesses oder für die Stromgewinnung verwendet werden. Manchmal sind die Kühlwendeln in den Wänden der Reaktionskammer angeordnet, wo sie gut gegen die oft stark erosiven Bedingungen in der Reaktorkammer geschützt sind.

Die Bedingungen in der Wirbelschicht sind vor allem bei exothermen Reaktionen sehr rauh oder hart, denn die Temperatur in der Schicht ist wahrscheinlich höher als an anderen Stellen im Reaktor, und die heftige Bewegung und die relativ hohe Konzentration der Feststoffteilchen führt zu äußerst erosiven Bedingungen, die man im Reaktor anfindet. Es ist üblich gewesen, in der Schicht angeordnete Wärmetauscherwendeln horizontal auszurichten, wobei Wendel mit Haarnadelaufbau in Reihe verbunden sind. Horizontale Wendelaufbauten dieser Art findet man in

609883/0339

der britischen Patentschrift 895 791, veröffentlicht am 9. Mai 1962, der US-Patentschrift Nr. 2 789 034 (J.W. Swaine et al) veröffentlicht am 16. April 1957, und in der US-Patentschrift Nr. 2 825 628 (A. Johannsen et al), veröffentlicht am 4. März 1958. Im allgemeinen sind die horizontalen Konfigurationen am besten dort, wo nur ein mäßiger Wärmetauscheroberflächenbereich erforderlich ist, denn die horizontalen Wendeln haben eine relativ einfache Art des Eintritts und der Abstützung durch die Seite des Reaktors. Vertikale Ausrichtung der Wendel stört entweder den Freibordbereich mit Verteilern oder Sammlern und den Stützbaubau oder kompliziert den Aufbau, welcher der Kontraktionsplatte zugeordnet ist.

In unter Druck stehenden Wärmetauschern neigt die Wirbelschicht dazu, infolge des erhöhten Druckes recht kompakt zu sein. Diese kompakte Schicht erlaubt eine Maßverkleinerung der Reaktionskammer und gibt Anlaß zu einer hohen Wärmeübergangsgeschwindigkeit von den Feststoffen der Schicht zu den Wärmetauscherwendeln. Um jedoch den Vorteil dieser Vorzüge des unter Druck stehenden Wirbelschichtwärmetauschers zu genießen, ist es notwendig, eine hohe Konzentration von Wendeln in der Wirbelschicht zu haben. Um außerdem eine angemessene Massenfließgeschwindigkeit in den Wendeln zu erreichen, so daß die gewünschte Wärmeübergangsgeschwindigkeit an das Kühlmedium erreicht ist, und auch aus anderen Gründen, wie z. B. das Ausschalten von Dampfklopfen, hat man es

für notwendig gefunden, viele Wendeln in Reihe verbunden vorzusehen.

Horizontale Wendeln unterliegen dem Abrieb, der oft größer ist als der, welcher bei vertikal ausgerichteten Wendeln erwartet wird. Ein solches Aussetzen an den Abrieb hat eine drastische Wirkung auf die Lebenserwartung von horizontalen Wendeln, und unter denselben Wartungsbedingungen haben vertikale Wendeln eine Lebenserwartung von mindestens 3 bis 5mal von der von horizontalen Wendeln. Im Falle vertikal ausgerichteter Wendeln unterliegen die Doppelkrümmer, welche in Reihe die vertikalen Rohrstrecken verbinden, dem größten Abrieb infolge der lokalen Turbulenz, welche durch die Krümmer erzeugt wird, die selbstverständlich eine horizontale Ausrichtungsform haben.

Eine neue Anordnung von Wärmetauscherwendeln in einem Wirbelschichtreaktor ist nun vorgesehen worden, bei welcher die Wärmetauscherwendeln vertikal ausgerichtet sind, wobei die unteren Doppelkrümmer derselben gegen Erosion in der Schicht geschützt sind und mit Einrichtungen auf den unteren Doppelkrümmern zum Halten der Wendeln in Stellung.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer verbesserten Wärmetauscheraufbauanordnung in der Wirbelschicht eines

Wirbelschichtreaktors.

Gemäß einem Merkmal dieser Erfindung wird ein vertikal ausgerichteter Wärmetauscher vorgesehen für den Betrieb in der Wirbelschicht eines Wirbelschichtreaktors, bei welchem die Bodendoppelkrümmer des Wärmetauschers gegen hohe erosive Bedingungen in der Wirbelschicht geschützt sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Teilschnittansicht eines Wirbelschichtreaktors mit vertikal ausgerichteten Wärmetauscherwendeln gemäß der Erfindung,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Reaktor entlang der Linie 2-2 der Figur 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Ansicht der unteren Enden der Wendelanordnung und Düsen und

Fig. 4 eine Draufsicht auf das untere Ende der Kühlwendelanordnung und Düsen entlang der Linie 4-4 der Figur 3.

Allgemein gesagt weist die Wärmetauscherwendelanordnung gemäß der Erfindung mehrere vertikal angeordnete Wendeln oder

Platten auf, in welchen die unteren Doppelkrümmen der Wendeln gegen erosive Bedingungen in dem Reaktor durch Schichtmaterial geschützt sind und die unteren Doppelkrümmen Einstelleinrichtungen haben, die daran befestigt sind, welche mit Düsen zusammenwirken, die an der Kontraktionsplatte angebracht sind und sich in die Wirbelschicht-Reaktionskammer erstrecken.

Insbesondere sind die unteren Doppelkrümmen der Wärmetauscherwendeln durch eine Schicht ruhigen oder statischen Wirbelschichtmaterials abgedeckt, welche sie vor den erosiven Bedingungen schützt, die in den Volumen der von den fluidisierten Feststoffen eingenommenen Reaktionskammer vorherrschen. Die statische Schicht von Feststoffen wird auf der oberen Fläche der Wirbelschicht-Kontraktionsplatte bewerkstelligt und erstreckt sich nach oben bis gerade unter das Niveau der Düsenöffnungen; die Düsen erstrecken sich hierbei um einen erheblichen Abstand in die Reaktionskammer hinein. Die Feststoffteilchen unter dem Niveau der Düsenöffnungen sind im wesentlichen von dem Fluidisierungsgas, welches durch die Öffnungen ausgegeben wird, ungestört. In dieser statischen Schicht gibt es wenig oder keine Gas- oder Feststoffbewegung. Die seitliche Einstelleinrichtung für den Wärmetauscher sind Platten, die an jedem Boden-Doppelkrümmen angeschweißt oder auf andere Weise befestigt sind, welche sich in dichter Nachbarschaft zu den Düsen neben jedem Doppelkrümmen erstrecken.

In Figur 1 ist ein Wirbelschichtreaktor 10 gezeigt, der vertikal angeordnete Wärmetauscherwendeln 31 und 32 aufweist, die in dem Reaktor 10 erfindungsgemäß angeordnet sind. Der Wirbelschichtreaktor 10 hat eine äußere Metallschale 11, die mit einer hitzebeständigen Isolierschicht 12 ausgekleidet ist. Das Innere des Reaktors 10 wird durch die Kontraktionsplatte 13 in zwei Kammern geteilt, wobei eine Reaktionskammer 16 über der Kontraktionsplatte 13 und ein kleinerer Windkasten unter der Kontraktionsplatte 13 angeordnet sind. Mehrere Düsen 18, die in Reihen angeordnet sind, erstrecken sich von der Kontraktionsplatte 13 nach oben in die Reaktionskammer 16 hinein. Eine Reihe von horizontalen Stahlträgern 14 in der Nähe der Oberseite des Windkastens 17 sorgen für eine Abstützung der Kontraktionsplatte 13. Eine Gaseinlaßleitung 24 ist für die Zufuhr von Fluidisiergasen zum Windkasten 17 vorgesehen, wobei die Gase zu der Reaktionskammer 16 durch die Düsen 18 zugeführt werden. Die Gaseinlaßleitung 24 geht durch die Wand der Reaktorschale durch eine thermische Hülse 26 hindurch, welche die Beanspruchungen der Wand des Reaktorkessels minimal hält. Der Windkasten 17 ist mit einer Ausräumöffnung 23 versehen, durch welchen Feststoffteilchen, die sich in dem Windkasten angesammelt haben können, entfernt werden können. Die Leitung 27 mit Zugang zum Freibordbereich der Reaktionskammer 16 ist zur Führung der Abgase von der Reaktionskammer 16 vorgesehen. Eine Leitung 28 geht durch die Wand der Reaktionskammer zum Auffüllen von Schichtmaterial hindurch. Eine oder mehrere Brennstoffpistolen 23 sind am Umfang um

den Reaktor angeordnet, um Brennstoff in die Wirbelschicht 21 hinein zu liefern. Eine Entnahmeleitung 29 ist ebenfalls vorgesehen mit Zugang zur Reaktionskammer zum Abnehmen überschüssigen oder verbrauchten Schichtmaterials. Auf der Kontraktionsplatte 13 ist eine Masse Festkörperteilchen 21 vorgesehen, die in Abhängigkeit oder unter Ansprechen auf die Gase, welche in die Reaktionskammer 16 durch Düsen 18 hinein zugeführt werden, eine expandierte fluidisierte bzw. eine Wirbelschicht wird, welche die Reaktionskammer bis zu dem bei 47 gezeigten Niveau einnimmt. Die Masse der Feststoffteilchen in der Reaktionskammer ist auch gemäß dieser Erfindung gekennzeichnet durch eine Schicht von statischem Feststoffteilchenmaterial 22.

Durch die Schale 11 und die hitzebeständige Auskleidung 12 des Wirbelschichtreaktors 10 dringt ein Paar von Einlaßleitungen 37 und eine Mehrzahl von Auslaßleitungen 39 hindurch. Alle diese Leitungen sind mit thermischen Hüllen 42 versehen, die versuchen, jegliche Beanspruchungen, die auf die Reaktorschale 11 erzeugt bzw. ausgeübt werden, minimal zu machen. Die Leitungen 37 sind mit einem Einlaßverteiler 38 verbunden, der horizontal in der Reaktionskammer 16 über dem Niveau 47 der Wirbelschicht 21 ausgerichtet ist. In ähnlicher Weise verbinden die Auslaßleitungen 39 horizontal ausgerichtete Auslaßsammler 41. Die Wärmetauscherwendeln sind von dem Einlaßverteiler 38 abgehängt und liegen in Verbindung zwischen diesem und den Auslaßsammlern 41. Zwar sind

609883/0339

nur zwei Wärmetauscherwendeln 31 und 32 in Figur 1 dargestellt, es versteht sich aber, daß eine große Zahl solcher Wendeln in der Reaktionskammer 16 montiert sein kann, und die genaue Zahl dieser Wendeln hängt ab von der Zahl, die erforderlich ist, um die gewünschte Temperatur in der Wirbelschicht und/oder die Menge des erwärmten, erforderlichen Prozeßfließmittels zu erreichen. Die oberen Doppelkrümmer 34 der Wärmetauscher sieht man in der Masse des fluidisierten Materials 21 angeordnet. Wie man am besten in Figur 3 sieht, sind die unteren Doppelkrümmer 36 der Wärmetauscherwendeln 31 und 32 in der Schicht 22 des statischen Teilchenmaterials angeordnet, welches auf der Kontraktionsplatte 13 ruht und sich von dieser nach oben bis zu einem Niveau gerade unterhalb der Düsenöffnungen 19 erstreckt.

In Figur 3 erscheinen die Anordnung und der Aufbau der unteren Doppelkrümmer 36 deutlicher. Die Zentrierplatten 43 sind ganz unten am Boden der Doppelkrümmer 36 angeschweißt. Die Zentrierplatten 43 stehen nicht in Berührung mit der Kontraktionsplatte 13, sind aber in einem kleinen Abstand über der Kontraktionsplatte 13 angeordnet, um die Expansion der Wärmetauscherwendeln zu ermöglichen.

Aus den Figuren 3 und 4 zusammen sieht man, daß die Zentrierplatten 43 am Boden der Doppelkrümmer 36 eine komplementäre ausgeschnittene Fläche 44 haben, welche sich in dichter Nachbarschaft zu den Düsen 18 erstreckt und so geformt ist, daß

sie mit diesen in passender Form vorliegt. Man sieht insbesondere aus Figur 4, daß die unteren Doppelkrümmer von den Zentrierplatten 43 in Stellung gehalten werden, die in Ebenen liegen, die etwa mittig und parallel zu benachbarten Düsenreihen sind.

Im Betrieb wird Brennstoff durch die Brennstoffpistolen 23 eingeführt. Injektionsluft kann auch mit dem Brennstoff durch die Brennstoffpistolen 23 hindurch entweder als Brennstoffträger für feste Brennstoffe oder zur Verbesserung der Brennstoffverteilung eingefügt werden, wenn flüssiger Brennstoff verwendet wird. Fluidisiergase, die sich bei einer erhöhten Temperatur befinden, werden durch die Einlaßleitung 24 eingeführt. Das durch diese Einlaßleitung 24 hindurchgehende Gas kreuzt bzw. geht quer über die Kontraktionsplatte 13 durch die Düsen 18 und kommt aus den Düsenöffnungen 19 heraus, um die Feststoffteilchen in der Reaktionskammer 16 zu fluidisieren, mindestens zu dem Maß, daß die Feststoffteilchen über dem Niveau der Düsenöffnungen 19 sind. Unter dem Niveau der Düsenöffnungen 19 ist eine Schicht von Feststoffteilchen, die statisch oder ruhend ist und in der die unteren Doppelkrümmer 36 der Wärmetauscherwendeln 31 und 32 eingebettet sind. Die in der Schicht erzeugten Brenngase bewegen sich durch die Schicht zum Freibordraum in der Reaktionskammer 16. Von diesem Raum werden die Gase durch die Gasauslaßleitung 27 für eine weitere Behandlung und/oder Verteilung abgezogen. Das Prozeßfließmittel wird mittels des Prozeßfließmittel-Einlaßrohres 37 eingeführt,

das mit dem Einlaßverteiler 38 in Verbindung steht. Aus dem Einlaßverteiler 38 strömt das Fließmittel quer zu den Wärmetauscherwänden 31 und 32, um die Wärme von der Schicht abzuführen, und erreicht dadurch die erwünschte Temperatur für das Prozeßfließmittel. Das heiße Prozeßfließmittel wird in die Auslaßsammler 41 entleert. Von den Auslaßsammlern 41 bewegt sich das Prozeßfließmittel durch die Auslaßrohre 39, von denen es zu der (nicht gezeigten) Vorrichtung zur Wärmewiedergewinnung oder zur Stromerzeugung oder zu anderen Zwecken geleitet wird.

Die Feststoffteilchen in der Wirbelschicht befinden sich in heftiger Bewegung, wenn der Wirbelschichtreaktor in Betrieb ist, und folglich ist der Abrieb der Schichtteilchen ein kontinuierlicher Zustand. Die Feinteilchen, die auf diese Weise in der Schicht erzeugt sind, verlassen im allgemeinen die Reaktionskammer mit den Ausstoßgasen. Aus diesem Grund müssen die Feststoffteilchen in der Schicht von Zeit zu Zeit nachgefüllt werden, und die Leitung 28, welche mit der Reaktionskammer in Verbindung steht, schafft eine Einrichtung zur Einführung zusätzlicher Feststoffteilchen in die Reaktionskammer hinein. Im Falle einiger Reaktionen in der Schicht werden die Schichtfeststoffe verbraucht oder erschöpft und müssen ersetzt werden. Die Leitung 29 sorgt für eine Einrichtung zum Entfernen der verbrauchten Schichtfeststoffe, Durch Zugabe neuer Feststoffteilchen durch die Leitung 28, wenn Schichtmaterial an einer anderen Stelle abgezogen wird, kann die Eigenschaft der

Wirbelschicht stabilisiert werden.

Bei einer Anwendung des Wirbelschichtreaktors dieser Erfindung wird der Reaktor so verwendet, daß er Kohle als Brennstoff benutzt und hierdurch heiße Gase erzeugt, die in der Lage sind, eine Gasturbine anzutreiben, die ihrerseits einen Generator für die Erzeugung von elektrischen Strom antreibt. Die Verwendung von Verbrennungsgasen aus brennender Kohle für den Antrieb von Gasturbinen hat den Nachteil, daß die Brenngase oft große Mengen Schwefelverbindungen enthalten, welche die Gase äußerst korrosiv machen, wenn sie mit den Turbinenschaufeln in Berührung kommen. Außerdem ist das Abziehen schädlicher Gase, die Schwefelverbindungen enthalten, in die Atmosphäre hinein unerwünscht vom Standpunkt der Umwelt. Die Brenngase enthalten auch erhebliche Feststoffmengen, die erosiv sind, wenn sie auf die Turbinenschaufeln aufschlagen. Folglich muß ein erheblicher Betrag von der Vorrichtung reinigendem Gas zwischen den Wirbelschichtreaktor und die Gasturbine zwischengeschaltet werden, und das Durchlaufen durch diese Vorrichtung führt zu erheblichem Druckabfall und folglich Energieverlust. Die hier beschriebene Vorrichtung versucht, diese Probleme minimal zu gestalten, erstens durch Vermindern des Schwefelgehaltes in den Brenngasen und zweitens durch Vermindern des Staubgehaltes der heißen Gase. Das erste Ziel wird erreicht durch eine geeignete Temperatursteuerung in der Wirbelschicht mit geeigneten Schichtfeststoffen, während das zweite Ziel dadurch bewerkstelligt wird, daß man staubfreie

Luft als eine Komponente der für den Antrieb der Gasturbine verwendeten heißen Gase benutzt.

Für diese Anwendung wird Luft durch die Einlaßleitung 24 bei einer Temperatur von etwa 343°C (650°F) zugeführt. Die Wirbelschicht besteht aus Kalkstein oder Dolomit mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von bis zu 3,18 mm ($1/8$ Zoll) Durchmesser oder dergleichen. Brechkohle wird in die Wirbelschicht durch die Brennstoffpistolen 23 eingeführt. Die Kohle brennt in der Wirbelschicht, welche eine Temperatur von etwa 927°C (1700°F) erreicht. Der Schwefel in der Kohle versucht, bei dieser Temperatur mit dem Kalkstein der Schicht zu reagieren, und das Produkt dieser Reaktion, CaSO_4 , bleibt in der Schicht (wenn Dolomit verwendet wird, wird auch etwas MgSO_4 gebildet). Das somit in der Wirbelschicht geformte Calciumsulfat kann durch die Entleerungsleitung 29 abgezogen werden, während frischer Kalkstein durch die Einlaßleitung 28 eingeführt wird. Es ist interessant zu bemerken, daß das aus der Wirbelschicht abgezogene Calciumsulfat in einer anderen (nicht gezeigten) Vorrichtung wiedererwärmt werden kann, um das SO_3 -Gas als die erste Stufe in der Erzeugung von Schwefelsäure auszutreiben, während der somit erzeugte Kalk zum Wirbelschichtreaktor 10 zurückgeführt werden kann, um in diesem Prozeß wieder verwendet zu werden.

Das in die Einlaßleitung 37 eingeführte Prozeßfließmittel ist vorzugsweise Luft und erreicht im Verlauf der Strömung

quer zu den Wärmetauscherwendeln 31 und 32 eine Temperatur von etwa 738°C (1360°F). Diese reine, heiße Luft kann dann zur Gasturbine geführt werden. Die aus der Gasauslaßleitung 27 austretenden Brenngase sind im wesentlichen frei von Schwefel und müssen nur von Staubteilchen befreit werden, bevor diese Brenngase der Gasturbine zugeführt werden.

Wie oben erwähnt, hat die heftige Bewegung der Partikelmasse in der Wirbelschicht einen äußerst erosiven Effekt auf die oberen Doppelkrümmer der Wärmetauscherwendeln, während die vertikalen Strecken 33 weniger der Erosion unterliegen. Folglich müssen die oberen Doppelkrümmer entweder armiert sein; d. h. aus einem Rohr mit einer sehr schweren Wand geformt sein, oder die oberen Doppelkrümmer müssen sich gut über die Wirbelschichtfeststoffe und aus dieser heraus erstrecken (siehe die in Figur 1 gezeigte gestrichelte Linie 46). Die sich über das Niveau der Wirbelschicht erstreckenden oberen Doppelkrümmer schließen eine gewisse Aufgabe oder ein Opfer an Wärmeübergangsleistung ein.

Die unteren Doppelkrümmer 36 sind, wie oben beschrieben, in die statische oder ruhende Schicht der Feststoffteilchen 22 eingebettet und von dieser geschützt. Da die Feststoffteilchen in dieser Schicht im wesentlichen in Ruhe sind und es im wesentlichen eine Gasströmung durch diesen Bereich gibt, der sich gut unter den Düsenöffnungen 19 befindet, unterliegen

die unteren Doppelkrümmer 36 geringer oder keiner Erosion. Die Zentrierplatten 43, die an den unteren Doppelkrümmern 36 angeschweißt sind, wirken mit benachbarten Düsen 18 zusammen und zentrieren die Doppelkrümmer 36 zwischen den Düsen. Wie in Figur 3 gezeigt ist, befindet sich die Zentrierplatte 43 nicht in Berührung mit der Kontraktionsplatte 13, wenn die Wärmetauscherwendeln kalt sind, wenn die Wendeln aber warm werden, expandieren sie, und die Zentrierplatten 43 erreichen die Kontraktionsplatte 13, drücken die Feststoffteilchen zur Seite, wenn die Zentrierplatte und der untere Doppelkrümmer sich nach unten bewegen. Während der Abwärtsbewegung auf die Expansion hin oder der Aufwärtsbewegung, wenn während des Abkühlens ein Kontrahieren erfolgt, können die Zentrierplatten 43 mit ihren komplementären Flächen 44 neben den Düsen auf den Düsen während dieser Bewegung geführt^{werden} oder gleiten und halten folglich die Doppelkrümmer zwischen den Düsen in zentrierter Stellung.

Während horizontal ausgerichtete Brennstoffpistolen gezeigt sind, ist es auch möglich und manchmal erwünscht, die Brennstoffpistolen vertikal ausgerichtet und die Kontraktionsplatte durch den Windkasten 17 durchdringend zu haben. Somit könnte eine bestimmte Anzahl vertikal ausgerichteter Brennstoffpistolen für einige der gezeigten Düsen 18 ausgetauscht werden. Eine Art von vertikal ausgerichteter Brennstoffpistole ist in der US-Patentschrift 3 861 862 gezeigt und beschrieben, die am 21. Januar 1975 veröffentlicht wurde und auf die

Erfinder auch der vorliegenden Anmeldung zurückgeht. Luft wurde als Prozeßfließmittel von Interesse für den vorliegenden Fall gezeigt, es ist aber auch möglich, andere Wärmebehandlungsmedien zu verwenden, wie z. B. Wasser und in einigen Fällen sogar das flüssige Metall NaK.

Die Düsenöffnungen sollten in einer solchen Weise ausgerichtet sein, daß kein Auftreffen heißer Gase auf die Wendeln erfolgt. Im allgemeinen sind die Düsenöffnungen gegeneinander gerichtet.

Wenn die Wärmetauscherwendeln von den verbindenden Sammlern oder Verteilern freigelegt sind, können sie ohne Abkoppeln von Stützen am Boden angehoben werden. Ein (nicht gezeigtes) Mannloch kann in der Reaktorschale 11 im Bereich des Freibords vorgesehen sein, um die Wendeln aus dem Reaktor herauszuziehen. Die Wartung ist somit erheblich vereinfacht.

Eine neue Anordnung für Wärmetauscherwendeln in einem Wirbelschichtreaktor ist somit beschrieben, welche eine verbesserte Lebensdauer für diese Elemente verspricht.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Schützen der unteren Doppelkrümmer vertikal ausgerichteter Wärmetauscherwendeln, die in der Feststoffteilchenschicht eines Wirbelschichtreaktors zur Temperatursteuerung der Schicht angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschießen des Fluidisiergases in die Feststoffteilchenschicht bei einem Niveau über demjenigen erfolgt, bei welchem die unteren Doppelkrümmer angeordnet sind, daß die unteren Doppelkrümmer in einer statischen Schicht von Feststoffteilchen eingebettet sind und somit gegen Erosion von den fluidisierten Feststoffen geschützt werden.
2. Wirbelschichtreaktor zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Reaktionskammer, dadurch gekennzeichnet, daß ein Windkasten (14) durch eine Kontraktionsplatte (13) von der Reaktionskammer (16) getrennt ist, Düsen (18) in der Kontraktionsplatte (13) angebracht sind und sich nach oben von dieser in die Reaktionskammer (16) hinein derart erstrecken, daß Düsenöffnungen (19) für Fluidisiergase bei einem Niveau im wesentlichen über der Kontraktionsplatte (13) vorgesehen sind, eine Masse (21) von Feststoffteilchen der Fluidisierung auf der Kontraktionsplatte (13) ausgesetzt ist, mehrere Wärmetauscherwendeln (31, 32) vertikal ausgerichtete Rohrstrecken (33)

aufweisen, die in Reihe durch obere und untere Doppelkrümmer (34 und 36) verbunden sind, die vertikalen Rohrstrecken (33) in Berührung mit der Masse (21) von Feststoffteilchen für den Wärmeaustausch mit diesen im fluidisierten Zustand angeordnet sind, die unteren Doppelkrümmer (36) in einer Schicht (22) von statischen oder ruhenden Feststoffen angeordnet sind, welche in einem Bereich zwischen der oberen Fläche der Kontraktionsplatte (13) und dem Niveau in der Schicht angeordnet ist, bei welcher Fluidisiergase durch die Düsenöffnung (19) eingeführt werden, und daß die unteren Doppelkrümmer (36) durch die statische Feststoffschicht (22) gegen die sehr hoch erosiven Bedingungen geschützt sind, welche in dem Bereich vorherrschen, in welchem die Feststoffe sich im fluidisierten Zustand befinden.

3. Reaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die oberen Doppelkrümmer (34) in der fluidisierten Masse (21) von Feststoffteilchen angeordnet und als Widerstand gegen die Erosion armiert oder verstärkt sind.
4. Reaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikal ausgerichteten Rohrstrecken (33) sich in einen Freibordbereich über der fluidisierten Masse (21) von Feststoffteilchen erstrecken und in dem Freibordbereich, entfernt von den erosiven Bedingungen, welche in der fluidisierten Masse (21) vorherrschen, serienmäßig durch die oberen Doppelkrümmer (34) verbunden sind.

5. Reaktor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (18) in Reihen in der Kontraktionsplatte (13) angeordnet sind, die unteren Doppelkrümmer (36) zwischen diesen Reihen und in parallel zu diesen liegenden Ebenen angeordnet sind, eine Zentrierplatte (43) an jedem unteren Doppelkrümmer (36) befestigt ist und daß jede Zentrierplatte (43) sich zwischen ein Paar von Düsen (18) und in enge Nachbarschaft zu diesen in benachbarten Reihen auf gegenüberliegenden Seiten der unteren Doppelkrümmer (36) erstreckt und Oberflächen auf der Zentrierplatte (43) für eine Zentrierberührung mit den Düsen (18) berührt.
6. Reaktor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Berührungsflächen (44) eine komplementäre Gestalt bezüglich der Düsen (18) haben für eine Gleitberührung zwischen den Oberflächen und den Düsen und daß die armierten oder dickwandigen oberen Doppelkrümmer (34), die erosive Bedingungen aushalten, in der fluidisierten Masse (21) von Feststoffteilchen angeordnet sind.
7. Reaktor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Berührungsflächen (44) für den Gleiteingriff mit den Düsen (18) eine zu den Düsen (18) komplementäre Konfiguration haben und daß die vertikal ausgerichteten Rohrstrecken (33) sich in einen Freibordbereich über der fluidisierten Masse (21) von Feststoffteilchen erstrecken und in diesem Freibordbereich serienmäßig durch die oberen Doppelkrümmer (34) ver-

bunden sind.

8. Reaktor nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Wendel (31, 32) der Wärmetauscherrohre in der fluidisierten Masse (21) angeordnet ist, die Wärmetauscherrohre (31, 32) derart angeordnet sind, daß die Rohrstrecken (33) vertikal ausgerichtet sind, eine Masse (22) aus statischen oder ruhenden Feststoffteilchen auf der Kontraktionsplatte (13) und unter der fluidisierten Masse (21) vorgesehen ist und daß die unteren Doppelkrümmer (32) in Reihe mit den Wärmetauscherrohren (32, 31) verbunden sind und in der statischen Schicht (22) von Feststoffteilchen eingebettet sind.

